

(11)Publication number:

2002-006155

(43)Date of publication of application: 09.01.2002

(51)Int.CI.

6/12 GO2B

GO2B 6/293

(21)Application number: 2000-187539

(71)Applicant:

HITACHI LTD

(22)Date of filing:

19.06.2000

(72)Inventor:

KINOSHITA TAIRA **IDO TATSUMI** 

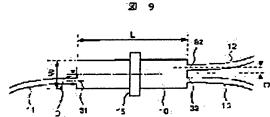
# (54) OPTICAL MULTIPLEXING-BRANCHING FILTER AND OPTICAL SYSTEM HAVING OPTICAL WAVEGUIDE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To construct an optical system having light-

transmission characteristic at a low cost.

SOLUTION: A multiplexing-branching part is set as a multimode interference- type waveguide, and an incidence-side optical waveguide and a reflection-side optical waveguide constitute a structure having a prescribed interval at the spot where these waveguides are connected with the multimode interference-type optical waveguide. By providing the multimode interference-type optical waveguide with an optical filter and setting a multimode interference, the optical intensity distribution has a peak around the entrances of the radiation-side optical waveguide and the reflection-side optical waveguide.



## **LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

08.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

# **BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国格部庁 (1 b)

**●** ধ 罪 华 噩 (<u>B</u>

特開2002-6155 (11) 格許出顧公開番号

(P2002-6155A)

(43)公開日 平成14年1月9日(2002.1.9)

デーマコート\*(参考) 6/12 6/28

G02B

6/12

G02B

(51) Int.Cl.

2H047

(全16月) **客査部状 未配水 諸水風の数10 OL** 

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 株式会社日立製作所 000005108 (11) 出國人 (72) 発明者 **俸属2000—187539(P2000—187539)** 平成12年6月19日(2000.6.19) (21) 出國維甲 (22) 仏城日

東京都国分寺市東茲ヶ鶴一丁目280番地 朱式会社日立製作所中央研究所内

40京都国分寺市東茲ヶ鶴一丁目280番地 井戸 立身 (72) 発明者

株式会社日立製作所中央研究所内

**外理士 小川 勝男 (外2名)** 100068504 (74)代理人

Fターム(参考) 2H047 KA11 KB10 LA18

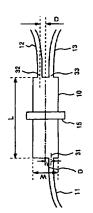
# (54) [発明の名称] 光台分波器及び光導波路を有する光システム

(57) [吸約]

【謀凶】 低価格にて、光伝道特性を有する光システム を情報する。

砂型導政路との結合部において所定の間隔を有する構造 出側光導波路、および反射側光導波路の入り口近傍の光 合分波部をマルチモード干渉型導波路と し、入射側光導波路と反射側光導波路がマルチモード干 とする。そして、マルチモード干渉型光導波路に光学フ イルタを設け且つマルチモード干渉の設定によって、射 の強度分布の山となるようにする。 [解决手段]

圂



[特許請求の範囲]

特開2002-6155

8

r 路が前配第4の光導波路の第1の端面に接続され、前配 第2及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の前記 第1の端面に対向する第2の端面の所定の個別位置に接 焼され、前配第4の光導波路の第1の端面および第2の 協面は各々 当該第4の光導設路内の光の進行方向と交差 び第3の光導被路のいずれかの光導波路からの第1の波 レチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路と、前 紀第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられ こ光学フィルタとを少なくとも有し、前配第1の光導波 する端面であり、前記第4の光導波路は、前記第2およ 長の光入力が前配第4の光導波路内の光の伝版によっ [肋末項1] 第1、第2、及び第3の光導波路と、

て、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波 路内に前記第1の嵌長の光入力に対応する光の伝搬を可 能となし、且つ前配第2および第3の光導波路のいずれ ルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導設路 の内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入 力に対応する光の伝版を可能となす、マルチモードでの 光の伝版が可能な光導波路であることを特徴とする光合 かの光導波路からの第2の波長の光入力が前記光学フィ

して線対称ないしは略線対称となっている光導波路であ 配第4の光導波路内の光の進行方向に交差して散けられ た光学フィルタと、を少なくとも有し、前記第1の光導 **改路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前** 配第2及び第3の各光導波路が前配第4の光導波路の前 接続され、前配第4の光導波路は、前配第1及び第2の 端面から所定距距離れた2つの平面における光強度分布 の規格化された各形状を重ねた場合、前記各形状が相互 に前記第4の光導波路の光の進行方向に沿う中心側に対 [請求項2] 第1、第2、及び第3の光導波路と、マ ルチモードでの光の伝쏈が可能な第4の光導改路と、前 記第1の端面に対向する第2の端面の所定の個別位置に ることを特徴とする光合分波器。

**光導波路への接続位置における当該第1、第2、および** 【請求項3】 第1の光導被路が、マルチモードでの光 おいて所定間隔で接続され、前記第4の光導波路内に光 前配第1、第2、および第3の各光導波路の前配第4の 第3の各光導波路での光の波面と平行ないしは略平行で れ、前配第4の光導波路の前配第1の端面に対向する第 2の端面に第2、及び第3の光導波路がその接続位置に の伝版が可能な第4の光導波路の第1の端面に接続さ 学フィルタが設置され、前記光学フィルタの入射面は、 あることを特徴とする光合分波器。

mの範囲にあることを特徴とする副求項1より翻氷項4

さが1mmより5mmの範囲、幅が25umより70u

とを特徴とする間求項1より請求項3のいずれかに配載 シングルモードでの光の伝搬が可能な光導波路であるこ の光合分波器。 【詂水項5】 第1、第2、及び第3の光導波路と、マ

**記算2および第3の光導波路のいずれかの光導波路から** の光導波路の前記第1の端面に対向する第2の端面の所 端面および第2の端面は各々当該第4の光導波路内の光 の進行方向と交差する端面であり、前配第4の光導波路 路からの第1の波長の光入力が前配第4の光導波路内の 光の伝搬によって、前記第1の光導波路内に前配第1の 故長の光入力に対応する光の伝版を可能となし、且つ前 の第2の改長の光入力が前配光学フィルタ位置での反射 を介して、前配第2および第3の光導波路の内の光入力 のない光導波路内に前配第2の波及の光入力に対応する **光の伝版を可能となす、マルチモードでの光の伝照が可** 能な光導波路であることを特徴とする光導波路を有する ルチモードでの光の伝版が可能な第4の光導設器と、前 配第4の光導波路内の光の進行方向に交登して設ける光 前配第1の光導液路が消配第4の光導波路の第1の端面 に接続され、前配第2及び第3の各光導波路が前配第4 定の個別位置に接続され、前配第4の光導波路の第1の は、前配第2および第3の光導波路のいずれかの光導波 学フィルタを設置する為の平段と、を少なくとも有し、 先システム。

記算4の光導被路内の光の進行方向に交差して散けられ た光学フィルタを散置する為の手段と、を少なくとも有 し、前配第1の光導波路が順配第4の光導波路の第1の 端面に接続され、前配第2及び第3の各光導波路が前配 前配第1及び第2の端面から所定距離離れた2つの平面 合、前記各形状が相互に前配第4の光導波路の光の進行 方向に沿う中心軸に対して線対称ないしは略線対称とな っている光導波路であり、且の前記第1、第2、及び第 3の各光導波路がシングルモードでの光の伝肌が可能で 【制水項7】 前配第4の光導波路の光の進行方向の長 ルチモードでの光の伝版が可能な第4の光導波路と、前 **第4の光導波路の前配第1の端面に対向する第2の端面** の所定の個別位置に接続され、前配第4の光導波路は、 における光強度分布の規格化された各形状を重ねた場 あることを特徴とする光導波路を有する光システム。

る端面であり、前配第4の光導波路は、前記第2および 光学フィルタとを少なくとも有し、前配第1の光導波路 第3の光導被路のいずれかの光導波路からの第1の波長 |請永項8| 第1、第2、及び第3の光導波路と、マル チモードでの光の伝数が可能な第4の光導波路と、前記 第4の光導波路内の光の連行方向に交差して設けられた が前配第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第 2及び第3の各光導被路が前配第4の光導波路の前配第 1の端面に対向する第2の端面の所定の観別位置に接続 され、前配第4の光導波路の第1の端面および第2の編 面は各々当該第4の光導波路内の光の進行方向と交流す のいずれかに配破の光合分波器。

での反射を介して、前紀第2および第3の光導波路の内 伝版が可能な光導波路であり、且つ前記第2の波度の光 入力に対応する光の伝版を可能となす第2および第3の 力を行う光素子よりの湖れ光の分布の中心位置からずれ の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入力に 対応する光の伝版を可能となす、マルチモードでの光の 光導波路のいずれかに接続される光受光器が、前配光入 前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内 に前記第1の波艮の光入力に対応する光の伝版を可能と なし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの 光導波路からの第2の波及の光入力が信配光学フィルタ の光入力が前記第4の光導波路内の光の伝搬によって、 て散置されたことを特徴とする光合分波器。

光の伝版が可能な光導波路であり、且つ前配第1より第 は受光期の設置した、あるいは前記第1より第3の光導 記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられ 第2及び第3の各光導波路が前配第4の光導波路の前配 第1の端面に対向する第2の端面の所定の個別位置に接 続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の **幽面は各々当該第4の光導波路内の光の進行方向と交差** び第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波 て、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波 路内に道部第1の波及の光入力に対応する光の位限を可 **健となし、且つ前配第2および第3の光導波路のいずれ** ルタでの反射を介して、前配第2および第3の光導数路 の内の光入力のない光導波路内に前配第2の波長の光入 力に対応する光の伝檄を可能となす、マルチモードでの 3の光導波路の少なくとも一つに接続する発光部あるい 政路の少なくとも一つに代えて発光部あるいは受光部を 股囚した、あるいは光スイッチもしくは光学フィルタも た光学フィルタとを少なくとも有し、前配第1の光導数 路が前配第4の光導波路の第1の端面に接続され、前配 ナる幽面であり、前配第4の光導波路は、前配第2およ かの光導波路からの第2の波長の光入力が前配光学フィ ルチモードでの光の伝版が可能な筑4の光導被路と、前 長の光入力が前配第4の光導波路内の光の伝搬によっ [翻米項9] 第1、第2、及び第3の光導波路と、

に、集積回路もしくはプリアンプ等の電気信号処理手段 【船水項10】 割水項9に記載の光導波路モジュール を組み合わせた光道倡装置。

しくは光均幅器もしくは光変闘器等の光楽子を組み合わ

せたことを特徴とする光導波路モジュール。

[発明の詳細な説明]

0001

(MMI:Multi-Mode Inteferen c e) 型光導波路を有する光システムに関するものであ 5。本願発明によれば、極めて良好な光合分波器を提供 [発明の属する技術分野] 本願発明は、光導波路を有す 5光システム、わけても、いわゆるマルチモード干渉 することが川米る。

た光波技多瓜(WDM:Wavelength Division Multiple テムを構築する上で重要となる光部品の1つに、複数の から、基板上に石英(ガラス)やポリマ等から成る光導 チメディア通信の発展に伴い、高速・大容量通信に向け iing) 技術の研究が盛んになっている。WDM通信シス **以及を有する光を合波もしくは分波する光合分波器があ** る。その中でも低コスト化・小型化かつ高機能化の観点 政路及び光合分波器を形成し光送受信器等を実装するこ 【従来の技術】 最近のインターネットを始めとするマル とで集積化を図る方法が注目されている。

【0003】光合分波器としてはフィルタ型、方向性結 いる。更に、モジュールの小型化に有利なフィルタの型 190026号 (紀事1) に記載された技術が知られて 合器型あるいはマッハツェンダー干渉器型等が知られて については、例えば、日本国公開特許公観、特別平8-1.5°

ある。尚、図1において、光導波路1、2、および3の に合分波する。即ち、本構造は、20の角度で交差する いる。この例では、光学フィルタ4の波長に対する透過 の等価的な反射中心面5上に合うように設計する必要が 【0004】図1は上記記事1に示されたフィルタ型光 合分波器である。この光合分波器は直線光導波路、1及 および反射特性を利用してWDM信号を反射光と透過光 2つの光導波路1と2の光軸の交点3が光学フィルタ4 び2を交巻させ、その交逸部に光学フィルタ4を設けて 中心軸が各々符号6、7、及び8として示されている。 [0005]

為、十分な伝姫特性を確保するに、この反射手段の設置 光の当該反射手段までの距離の2倍の光路となる。この 位置のずれに対するトレランスを小さくすることが重要 ルチモード干渉型光導波路の光の伝達特性の変化を極力 小さなものとすることである。反射手段による反射光を 用いる場合、反射手段の位置のずれは、少なくとも入射 **県脳の第1は、マルチモード干渉型光導波路内に反射手** 段、例えば代表的には光学フィルタを設置し、その反射 光を利用する光システムにおける、前配反射手段の設置 る。即ち、反射手段の設置位置のずれに基づく、当該マ |発明が解決しようとする課題||本脳発明が解決すべき 位置のずれに対するトレランスを小さくすることであ

チモード干渉型光導波路の相対する端面に散けた光導波 【0006】本顧発明が解決すべき課題の第2は、 路相互での光の淵れ光を防止することである。

[0000]

**降決する代表的な形態は、例えば、平面基板上に形成さ** れた複数の波度を有する信号光を合波または分波する光 合分波器に供することが出来る。そして、本願発明によ 【歌題を解決するための手段】本願発明の第1の課題を **れば、前記第1および第2の歌脳を合わせて解決するこ** 

第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長 2 および第3の光導波路の内の光入力のない光導波路内 なす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光導波路であ 前記第4の光導被路の前記第1の端面に対向する第2の 場面の所定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路 の第1の端面および第2の端面は各々当該第4の光導設 路内の光の進行方向と交差する端面であり、前配第4の 光導波路は、前記第2および第3の光導波路のいずれか の光導波路からの第1の波長の光入力が前記第4の光導 **数路内の光の伝檄によって、前配光学フィルタを透過し** た上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光入力 に対応する光の伝搬を可能となし、且つ前配第2および の光入力が前配光学フィルタでの反射を介して、前配第 に前記第2の波畏の光入力に対応する光の伝搬を可能と **能な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の**連 も有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第 1の端面に接続され、前配第2及び第3の各光導波路が 及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可 **〒方向に交選して散けられた光学フィルタとを少なくと** [0008] 本願発明の代表的な形態は、第1、第2、 る光導波路を有する光システムである。

にする。この構成によって、第2の光導波路12からの 0では、例えば第2の光導波路12から入射した倡号光 改路11の入り口近傍での光の強度分布が山となるよう 【0009】以下に本願発明の原理を説明する。図1は マルチモード干渉型導放路における光の伝搬の状値を模 式的に示したものである。マルチモード干渉型導波路1 ドのみが示されて、より高次のモードは図示が省略され ている。さらに励起された高次モード光はモード間で干 第2の光導波路12よりの入射光に対して、第1の光導 入射光に対してほとんど損失を生じずに再び光導波路1 ト光に分解される。図1には0改、1改及び2改のモー は前記マルチモード干渉型光導波路10において多モー (干砂約)を生じる。本願発明は、この現象を利用し、 砂し、前配マルチモード干渉型光導波路内に強度分布 1を導放させることができる。

フィルタ15により反射した光についても、前述の構造 と同様となり、同じ原理で信号光の伝播の様子が説明さ マルチモード干渉型光導波路の散定によって、第1の光 尊波路13の入り口近傍の光の強度分布の山となるよう にすれば、光導波路12からの入射光に対してほとんど **机失を生じずに再び光導波路11を導波させることがで** 【0010】フィルタに関しての銃像を考えれば、光学 れる。即ち、光導波路12からの入射光があった場合。

【0011】 なお、この場合2つの光導波路12と13 は間隔を有しており、反射戻り光は十分に小さくでき 【0012】本例のように、本発明の光合分故器もしく

つ以上の光導波路から入射した個号光が、それぞれ前記 マルチモード干渉型光導波路でマルチモード光として伝 **撒した後、所定の波長を有する信号光が前配第1から第** は光導波路楽子は、前記第1から第3のうちいずれか! に、前配マルチモード干渉型光導波路の長き及び幅と、 3のうちいずれか1つ以上の光導波路と結合するよう

特開2002-6155

₹

前記マルチモード干渉型光導波路と前記第1から第3の 【0013】 本発明の光合分波器もしくは光導波路装子 は、前記マルチモード干砂型光導波路の長さしが 1 mm 光導波路の接続部を開整する。

ないし5mm、幅Wが25μmないし10μmの範囲が

好ましい。

[0014]また、本願発明の光合分波器もしくは光導 導波路と前記第1の光導波路側で接続する、もしくは前 記第1から第4の光導波路以外に複数の光導波路が前記 **数路器子は、第4の光導波路が前記マルチモード干渉型** マルチモード干渉型導波路と接続してもよい。

しくは一部の端面に、それぞれ発光器子もしくは受光器 子もしくは光ファイバもしくは光ファイバとの接続平段 を設けることを特徴とする、光送倩モジュールもしくは 光受信モジュールもしくは光送受信モジュールもしくは [0015] あるいは、前紀光合分波器もしくは光導波 8番子において、前配第1から第4の光導波路の全ても た合分波モジュールとしてもよい。

クの問題を解決するため、次の方策を加味することが冇 【0016】更に、前記第2の課題である光クロストー

と、前記第1もしくは第4の光導波路の両方もしくは片 アイパもしくは光ファイパの梭殻手段と、前紀第2もし **一ルにおいて、光学フィルタは前記第2及び第3の光導** 設路を導波する入射角度がの度に近い送信信号を反射す 【0017】第1に、本顧発明の光合分波器もしくは光 尊波路案子は、前記第2及び第3の光導波路の光軸の延 段級が前記マルチモード干渉型光導波路の外に交点を持 もしくは互いに平行であることを特徴とする。この ような光合分岐器もしくは光導政路案子を用いた光送受 **国モジュールは、前配光合分波器もしくは光導波路素子** 方の端面に受光手段として散けた受光器でもしくは光フ くは第3の光導波路の両方もしくは片方の端面に送信手 段として設けた発光※子もしくは光ファイバもしくは光 ファイバとの接続手段で構成される。本光送受信モジュ るように顕整する為、前配湖れ光の入射角は遮断され

方向を中心とした分布を有するが、本発明では各光導波 格を任意の方向に曲げていることが出来るので、第1も しくは第4の光導波路の両方もしくは片方を前記淵れ光 【0018】第2に、漏れ光は送信手段の端面と頭直な の分布中心方向から離れた方向へ曲げることにより調れ 光の影響を小さくすることが出来る。

[0019] さらには、前記光合分波器もしくは光導波

くは光フィルタもしくは光焰帕器もしくは光数阻器等の て、殆光淑子もしくは受光満子もしくは光スイッチもし 複数の光潔子と組み合わせ、複数の信号を同時に処理す るもしくは複数の波長を有する信号光を多段階で処理し 【0020】あるいは、本苑明の光導改踏モジュール は、前記光合分波器もしくは光導波路楽子を複数用い

【0021】あるいは、これらの光モジュールに、単位 回路もしくはプリアンプ等の電気信号処理手段を組み合 わせた、光道信モジュールとしてもよい。 00221 [発明の実施の形態] 本脱発明の具体的実施例を示すに る。本願発明の優位が十分理解されるであろう。次い 先だって、以下に本願発明と従来技術の比較を將述す で、本願発明の主な路形態を以下に列挙する。

本願発明は、これまで述べてきような幾何学的に反射を 利用する光システムの構造が有する、反射手段の作製器 **遊に基づく反射光の損失の発生という難点を改善するも** [0023] 従来技術と本風発明

けずれて7′となる。位置5は正しく砂置された場合の 学フィルタの位置すれに相当する光導波路30の一部を とうまく結合しない。従って、反射光は、散乱されて大 ある。尚、図2において、光導放路1、2、および3の 光学フィルタ4がその法級方向に8移動すると、反射光 光学フィルタの位置、位置5/ はずれて設置された場合 の光学フィルタの位置である。その結果、反射光は、光 伝敬し、この為、反射側の位置7, にある光導波路31 [0024]以下、図2を用いて、反射光での損失増加 について詳細を説明する。図2は従来構造の光システム ルタ4を設けている。本構造は、20の角度で交差する 2つの光導波路1と2の光軸の交点3が光学フィルタ4 の等価的な反射中心面5上に合うように散計する必要が の光軸は反射側の光導波路の軸7から2 | a |sin0だ 光導波路、1及び2を交遣させ、その交遣部に光学フィ 中心軸が各々符号6、7、及び8として示されている。 [0025]今、光導波路の入射・反射角を0とする。 を示す図である。 基本構造は図1のものと同様である。 きな似失が生じる。

机失地加の計算例を図3に示す。 横軸がフィルタの所定 は、例えば0.2 dBの扒失灼加に抑えるには±2μm [0026] 光学フィルタの位置すれに対する反射光の 位置からのずれ、縦軸は損失の増加分を示している。こ の結果によれば、光学フィルタ位置すれのトレランス と非常に小さいことがわかる。

[0027] ところが、光学フィルタの散陞には游入れ

は、フィルタ位置ずれのトレランスを増加させるような もしくは切断等の機械的加工を用いる為に、加工粘度の 向上が困難で、光導被路径に比べて光学フィルタの作製 この実際上の困難性が低損失な光合分波器の製造歩留り を低下させる製囚となっている。そこで、光学フィルタ **筑差は無視できない程の大きさとなるのが実状である。** 付光導波路を用いた光合分波器の製造歩留りの向上に 光合分波器の構造が求められるのである。

散置した構成を有する。光学フィルタ15は送信借号が 送受信モジュールとする場合、LD等送信部で発生した 崩れ光 9 が受信信号に影響を及ぼす光クロストークとい 【0028】次に、光のクロストークの問題について鱈 **及する。図4はこうした例を示す光送受信モジュールの** 平面配位図である。図1に示した光合分波器16にフォ トダイオード50とレーザーダイオード (LD) 51を 有する故長の光を反射し、送信信号故長よりも長い受信 **信号が有する故長の光を透過するものを用いている。光** 

学フィルタ15に遠し、また光学フィルタへの入射角度 **G掃するわけではなく、LDー導波路結合損失が生じて** L D が出す光のうち一部は導改路と結合せずに導放路の 外に散乱される。またLD-光合分波器間の曲がり導波 路においても導波光の一部が放射光19として導波路外 を伝播する。これらが溺れ光9となるが、その多くは光 【0029】LD 51で発生した光は全てが苺波路を はりとは異なる。

フィルタを用いる。従って、前記湖れ光の多くは入射角 が前配のフィルタへの入射角のと異なる為に、これらの 発生する。この透過した頒れ光がPD50に届くと、本 させる為に入射角のの光を反射するように散計した光学 **漏れ光の内、光学フィルタで遮断されずに透過する光も** 米の受光信号にとっての維音となって受信特性を劣化さ た。図5の特性において、透過机失の大きい領域が、反 は、図5の例に見られるように、入射光の入射角度が異 【0030】図5に光学フィルタの透過特性の例を、そ の入射角度0が0の場合と、0より大きい場合を倒示し なると反射帯域が変化しまたアイソレーションも劣化す る。前記図4の例では、本来導波路を導致する光を反射 **昇に川いられる領域に対応する。一般に光学フィルタ** 

【0031】この対策としてフィルタへの入射角のを0 **仮に近づけることが考えられる。この対策は、フィルタ** の位置ずれによる反射光の光恤と導波路伽のずれも0に 近いと、それに基づく机失増加は低減できる。また、遊 に、漏れ光の入射角が0程度となりフィルタで遮断でき [0032]しかし、この対策を図1の光合分披器に適 用すると、反射光が入射側の光導波路に戻るやすくなる という、いわゆる反射戻り光の間烟が新たに生じる。図 6はこの問題を示す説明図である。 前記の対策の実施

は、2つの光導波路1と2が瓜なる部分17を増加させ 入射角の低波の方策は、有効な実際的な解決策とはなり る。この為、入射角りの低減には限界がある。従って、

前述したように、本胤発明のマルチモード干渉型光導波 路は、入射側の光導波路より入射光があった場合、出射 【0033】本願発明はこうした錯問題を解決する。、 側の光導波路の入り口近傍の光の強度分布の山となる 為、前配入射光に対してほとんど損失を生じない。

べき光のフィルタでの反射戻り光が、射出側に導波する 【0034】また、マルチモード干渉型光導波路に並置 して設けられる入射側、及び反射光を射出側に導波する 光導波路は、所定の個別位置に股盟されるので、透過す 光導波路に混入し維音となる問題は避けることが出来

発生する光の入射角は、透過を許さない角度となり、漏 マルチモード干渉型光導波路に並置して設けられる光導 **波路を塀波する入射角が0度に近い光信号を反射するよ** うになされるので、本情造において、更に崩れ光として [0035] 更に、後述するように、光学フィルタが、 れ光のフィルタを通しての透過は阻止される。

【0036】以下に本願発明の主な発明の形態を列挙す

**広する光の伝始を可能となすマルチモードでの光の伝搬** が可能である光導波路であることを特徴とする光導波路 の光導波路は、前紀第2および第3の光導波路のいずれ かの光導波路からの第1の波長の光入力が前記第4の光 導波路内の光の伝版によって、前記第1の光導波路内に 前記第1の波長の光入力に対応する光の伝版を可能とな し、且つ前記第2および第3の光導故路のいずれかの光 導波路からの第2の波長の光入力が前記光学フィルタで の反射を介して、前記第2および第3の光導波路の内の 光入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入力に対 本願の第1の形態は、第1、第2、及び第3の光導改路 と、マルチモードでの光の伝験が可能な第4の光導散路 と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設 けられた光学フィルタとを少なくとも有し、前配第4の れ、前記第4の光導波路の第2の端面の所定の個別位置 に前配第2及び第3の各光導波路が接続され、前配第4 【0037】光学フィルタを有する本願発明の結形態 光導波路の第1の端面に前配第1の光導波路が接続さ を有する光システムである。

は、シングルモード、あるいはマルチモードでの光の伝 擂が可能な光導波路を用いることが出来る。光多重通信 においては、多くはシングルモードの光を用いており、 [0038] 前記第1、第2、及び第3の各光導設路 本願発明はこの目的に供してわけても有用である。

【0039】しかし、マルチモードの光を用いる場合に おいても、本願発明を用いることによって、好都合な光 **合分波器機能を実現することが出来る。それは、本願発** 

**並は、本風発明の基本的事項であり、以下、特にことわ** たすからである。このマルチモード干渉型光導波路の機 らない場合においても、本願明細事に示される発明の监 明に係るマルチモード干渉型光導波路が、マルチモード あるいはシングルモードでの光に対して同様の機能を果 **钐億に考慮されることである。** 

特別2002-6155

9

**光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光人** 2vvずれかの光導波路からの第2の波及の光入力が前起 光学フィルタでの反射を介して、前配第2および第3の ドでの光の伝燈が可能な第4の光導波路と、前配第4の 1ルタとを少なくとも有し、前配第1の光導波路が崩紀 第4の光導波路の第1の端面に接続され、前配第2及び 第3の各光導波路が前配第4の光導波路の前配第1の端 前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各 4 当該第4の光導波路内の光の進行方向と交差する端面 であり、前配第4の光導波路は、前配第2および第3の 力が前記第4の光導波路内の光の伝版によって、前記光 学フィルタを透過した上で崩配第1の光導波路内に崩配 第1の改良の光入力に対応するシングルモードでの光の **伝版を可能となし、且の前記第2および第3の光導波路** 光導波路の内の光入力のない光導波路内に前記第2の波 長の光入力に対応するシングルモードでの光の伝順を可 能となす、マルチモードでの光の伝版が可能な光導波路 て例示すれば、それは、シングルモードでの光の伝統が **光導散路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フ** 【0040】従って、この形値を本Mの第2の形値とし **刊能な第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモー** 面に対向する第2の場面の所定の個別位置に接続され、 である光導波路を有する光システムである。

前記第4の光導波路の前記第1の端面に対向する第2の は、前記第1及び第2の端面から所に距離離れた20の **場合、前配各形状が相互に前配箔4の光導波路の光の進** 端面の所定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路 なっている光導波路である光導波路を有する光システム [0041] 本願発明の第4の形態は、第1、第2、及 **び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能** 方向に交差して散けられた光学フィルタと、を少なくと も有し、前配第1の光導散路が前配第4の光導波路の第 1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が 平面における光強度分布の規格化された各形状を頂れた 行方向に沿う中心軸に対して殺対称ないしは略線対称と な第4の光導波路と、前配第4の光導波路内の光の通行

が、マルチモードでの光の伝憶が可能な第4の光導波路 1 の端面に対向する第2の端面に第2、及び第3の光導 第4の光導波路内に光学フィルタが設置され、前紀光学 [0042] 本願発明の第5の形態は、第1の光導波路 の第1の端面に接続され、前記第4の光導波路の前記第 破路がその接続位置において所定開隔で接続され、前記 フィルタの入射面は、前配第1、第2、および第3の各

す構成について袖足説別する。このことによって、合わ せて、マルチモード干砂型光導散路に並置して設けられ 所定の個別位置に砂置されること、そして、このことに よった、迢淌すべき光のフィルタでの反射限り光が、射 出側に導散する光導波路に混入し維音となる問題は避け 【0043】ここで、木樹苑則のマルチモード干渉型光 山外側の光導波路の入り口近傍の光の強度分布の山とな る入射側、及び反射光を射出側に導波する光導波路は、 導波路が、入射側の光導波路より入射光があった場合、 ることが川米る旨が十分理解できるであろう。

[0044] マルチモード干砂型光導波路における光の **広阪の状態を示す図7を参酌する。** 

れる。尚、前配各光導波路の中心軸は光の連行方向に治 られる光導波路の中心値とマルチモード干渉型光導波路 の中心恤よりの位置ひとの関係は次の式によって与えら ード干砂型光導波路の及さし、幅W、及び接合制に設け [0045] ここで、信号光の故長をえ、 マルチモー ド干砂型光導数路の風が単をnとする。 前記 マルチモ った中心色である。

式(2) αおよびβは植正 [0046] L=a (4 n W²) /31 式(1)  $0 = \beta M / 6$ 係数である。

数路12からの入射光に対してほとんど損失を生じずに 【0047】これらの関係を満たすことで、第1の光導 政路11の入りに近傍が光の地度分布の山となり、光苺 ルタ15よりの反射に関しても銃像を考えれば前配の光 再び光導波路11を導放させることが出来る。光学フィ 母波路 11の場合と全く同様である。

する光の進行方向に拾うマルチモード干渉型光導波路の [0048] 即ち、透過光 (ス。) と反射光 (ス。) に対 距離を、各々し及びし、とすれば、

以(3)  $L: L' = 1/\lambda_1: 1/\lambda_2$ 

の関係にある。

[0049] 災に、

の関係にあることは容易に理解されるであろう。 共 (4) (5)  $L = \alpha (4 n W^2) / 3 \lambda_1$ L' = a (4 n W") / 3 12

がこの前圧係数である。この補正係数αおよびβは、通 ド光導波路の実際的な長さしが1.5mmないし2.0 mmの範囲、実際的な幅Wが30μmないし40μmの 【0050】尚、この場合、光導散路のコア、クラッド 理論的な関係を補正する必要が生ずる。前記αおよびβ れにしても前記式 (1)、式 (2)を満足する光導波路 を実現することが出来る。尚、ここで、前配マルチモー の具体的材料、具体的構造の理論よりのずれ等によって 例、いずれも眠ね、1.5倍以内である。しかし、いず

的な帖Wが25μmないし70μmの範囲から選択され 範囲が多川される。 更には、マルチモード干渉型光導設 路の実際的な長さしが1mmないし5mmの範囲、実際 ることがより実際的であり、好ましいことは前述した通

が出来る。本願発明はこの理論を用いて光システムを構 RIL1995、pp. 615-627を参酌すること 刚之ばJOURNAL OF LIGHTWAVE TE CHINOLOHGY, Vol. 13, NO. 4, AP [0051] 滝、このマルチモード干渉自体の思鵠は、 築したことにある。

所定の間隔を有することを特徴とする、光合分波器であ 記マルチモード干渉型光導数路の片側に接続した第1の 光導波路と、前記マルチモード干渉型光導波路の前記算 1の光導波路と反対側に核続した第2及び第3の光導波 光学フィルタで構成され、前配第2及び第3の光導被略 れた複数の改良を有する信号光を合故または分散する光 合分波器において、マルチモード干渉型光導改路と、前 路と、前記マルチモード干渉型光導波路内に設置される が前記マルチモード干渉型光導波路との結合部において 【0052】本願の第6の形態は、平面基板上に形成さ

行方向(通称、光軸)に対して張直あるいは略垂直に設 チモード干渉型光導政路を導放するマルチモード光の進 [0053] 本版の第7の形像は、本願発明の光合分波 器もしくは光導波路楽子において、光学フィルタがマル 悩されている形態である。

路、例えば、前記光導波路13から入射された光が前記 れている。従って、光学フィルタがマルチモード干渉型 **垂直あるいは略垂直に設置されている為、一方の光導波** 光学フィルタに違しても、不必要な崩れ光として維音を 【0054】本願発明においては、マルチモード干涉型 の光導波路12および13、が所定の個別位置に設置さ 光導波路を導波するマルチモード光の進行方向に対して 光導波路の一方の端面に複数の光導波路、例えば、図 7 構成することはない。

1から第3のうちいずれか1つ以上の光導波路から入射 路でマルチモード光として伝播した後、所定の波堤を有 する信号光が前記第1から第3のうちいずれか1つ以上 の光導被路と結合するように、前記マルチモード干渉型 光導波路の長さ及び幅と、前記マルチモード干渉型光導 波路と前記第1から第3の光導波路の接続部が開盤され 【0055】本願発明は、マルチモード干渉型光導波路 に接続する複数の光導波路において、少なくとも前配箔 した借号光が、それぞれ前配マルチモード干渉型光導波 ていると言うことが出来る。

【0056】本願の別な形態によれば、前記第2及び第 3の光導被路の光軸、例えば、図7の光導波路12およ JV13における光軸の延長級が前記マルチモード干渉型 光導波路の外に交点を持つ、もしくは互いに平行あるい

光導波路が前記マルチモード干渉型導波路と前記第1の て、雑音の発生を抑制することが可能である。この利点 [0057] 本願発明の別な形態によれば、前記第4の 導波路と接続するなど、具体的な用途の目的に応じて組 れにより、各光導波路を漏れ光の分布する領域から反し 光導波路側で接続する、もしくは前配第1から第4の光 導波路以外に複数の光導波路が前記マルチモード干渉型 こうして、一方の光導波路、例えば、前記光導波路13 から入射された光が前記光学フィルタに達しても、不必 光導波路は任意の方向に曲げて用いることが出来る。こ は、より大きな光システムの構築の散計を容易にする。 は略平行であることが、実用上、極めて好都合である。 **異な端れ光として維音を構成することはない。更に、** 応用形値を考えることが出来る。

モジュール、光送受信モジュールもしくは光合分波モジ ル、光送受信モジュールもしくは光合分改モジュールの チモード干渉型導波路に接続することが出来る。この方 しい。勿論、マルチモード干渉型導政路と、別異の光導 攻路を介してこれらの発光、受光素子とを接続すること それぞれ発光紫子もしくは受光紫子もしくは光ファイバ ュールを得ることが出来る。こうした、光受信モジュー 具体例は後述される。又、こうした発光素子や受光楽子 は、前配第1から第4の各光導波路に代えて、直接マル **佐は介在する光導波路による光の吸収を避ける点で好ま** [0058] 更に、本願発明の別な形態によれば、前記 る。こうして、所望の光送信モジュールもしくは光受信 第1から第4の光導波路の全てもしくは一部の端面に、 もしくは光ファイバとの接続手段を設けることが出来

光導波路が前記第4の光導波路の前記第1の端面に対向 のいずれかの光導波路からの第1の波長の光入力が前記 第4の光導故路内の光の伝版によって、前記光学フィル タを透過した上で前記第1の光導波路内に前記第1の設 長の光入力に対応する光の伝檄を可能となし、且つ前記 第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの て、前配第2および第3の光導波路の内の光入力のない 光導波路内に前配第2の波及の光入力に対応する光の伝 **腹を可能となす、マルチモードでの光の伝腹が可能な光** 導波路であり、且つ前配第1より第3の光導波路の少な 1、第2、及び第3の光導故路と、マルチモードでの光 を少なくとも有し、前配第1の光導波路が前配第4の光 の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該第 前配第4の光導波路は、前配第2および第3の光導波路 の伝搬が可能な第4の光導波路と、前配第4の光導波路 内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタと 尊波路の第1の端面に接続され、前配第2及び第3の各 第2の波長の光入力が前記光学フィルタでの反射を介し する第2の端面の所定の個別位置に接続され、前配第4 4の光導波路内の光の進行方向と交達する端面であり、 【0059】本例の代表的な例を示せば、それは、第

特別2002-6155

8

一つに代えて発光部あるいは受光部を設置したことを特 **気とする光導波路を有する光システムであると言うこと** た、あるいは前配第1より第3の光導波路の少なくとも くとも一つに接続する発光部あるいは受光部の設置し

[0060]こうした光合分波器もしくは光導波路飛予 って、漏れ光の遮断を行うことが出来る。即ち、前配送 皆手段で作られ送信信号の一部で前配送信手段と接続し と光導波路の外部を伝播する漏れ光の波面が前配光学フ イルタの作る平面と平行あるいは粉平行であることによ を用いた光送受信モジュールの場合にも、次の構成によ り、前配湖れ光が遮断される。

合分波器もしくは光導波路装了と、前記第1もしくは第 べの核純手段と、前配第2もしくは第3の光導波路の両 もしくは光ファイバもしくは光ファイバとの接続手段で 送信手段と接続した光導波路の外部を伝情する調れ光の 【0061】従って、このような例の代表な形態は、光 4の光導波路の両方もしくは片方の端面に受光手段とし て設けた受光影子もしくは光ファイバもしくは光ファイ 方もしくは片方の端面に送信手段として設けた発光器予 構成され、前配送傳手段で作られ送降倡号の一部で前紀 改画が前記光学フィルタの伴る平面と平行あるいは略平 行であることにより、前記別れ光が遮断されることを特 散とする光送受信モジュールであると言うことが川来

以外に1個以上の光学フィルタを設ける、もしくは前記 国以上の導政路もしくは導政路局もしくはクラッドと順 |0062| 更に、本航発明の別な形態によれば、次の ような光送信モジュール、光受信モジュール、光送受信 が出来る。即ち、これらの光送得モジュール、光受信モ **一ルに、前記漏れ光を遮断する為に、前記光学フィルタ** モジュールもしくは光合分波モジュールを実現すること ジュール、光送受信モジュールもしくは光合分散モジュ 第1から第4の光導波路及び前配複数の導波路以外に1 **近率の異なる部材を設けることがより有用である。** 

は光スイッチもしくは光学フィルタもしくは光増幅器も しくは光変闘器等の光楽子を組み合わせて用いることが [0063] 更に、本筋発明の係る構光合分波器もしく は間光導波路紫子に、発光紫子もしくは受光紫子もしく

は光増幅器もしくは光変調器等の複数の光紫平と組み合 わせ、複数の信号を同時に処理するもしくは複数の波費 光茶子もしくは光スイッチもしくは光学フィルタもしく くは話光導波路楽子を複数用いて、発光紫子もしくは受 [0064] 更には、本願発明に係る精光合分波器もし を有する信号光を多段階で処理することが可能である。 [0065] 更には、本願発明に係る諸光モジュール

に、集積回路もしくはプリアンプ等の電気信号処理手段 を組み合わせ光道信モジュール、あるいは光道信装置に **共することが出来る。**  9

**基板20上に第1及び第2のクラッド隔21、23が形** イルタ15は接着層95で固定される。尚、この断面図 [0066] 光学フィルタを有さない本脳発明の結形態 **火に、本頃の別な形像として、これまで説明してきた光** を設置する前の構成体も重要な形態である。勿論、光導 **散路を有する光システムを光合分波器あるいは光送信モ** ジュール、光受信モジュール、光送受信モジュールとし て用いる為には、所定の特性の光学フィルタを設置する 必要があることは酉うまでもない。しかし、本願に係る 光苺波路を有する光システムを、実際に用いるに当って それから光学フィルタを挿入設置することも実際的 である。図20は、丛仮20に光学フィルタ15が設置 成され、フィルタ挿入川の溝24が設けられている。フ 母政路を行する光システムにおいて、前記光学フィルタ は、頭切、光学フィルタを設けない形態でます。準備 された状態をしめす拡大断面図である。図20の例は はコア钔城を含まない即分の断面図である。

敗が可能である光導故路であることを特徴とする光導故 筑2、及び第3の光導被路と、マルチモードでの光の伝 **処が可能な第4の光導散路と、前記第4の光導設路内に** 光学フィルタを当該第4の光導散路内の光の進行方向に 交遊して散置する為の手段とを少なくとも有し、前記算 4の光導波路の第1の端面に前記第1の光導波路が接続 **陞に前記第2及び第3の各光導設路が接続され、前配第** 4 の光導波路は、前記第2 および第3の光導波路のいず れかの光導波路からの第1の波及の光入力が前記第4の 光母波路内の光の伝敬によって、前記第1の光導波路内 光導波路からの第2の波長の光入力が前記光学フィルタ での反射を介して、前記第2および第3の光導波路の内 の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入力に 対応する光の伝版を可能となすマルチモードでの光の伝 され、前紀第4の光導散路の第2の臨面の所定の個別位 に前配第1の嵌段の光入力に対応する光の伝搬を可能と なし、且つ前配第2および第3の光導波路のいずれかの [0067] 従って、本形態の代数的な形態は、第1、 路を有する光システムであると言うことが出来る。

[0068] 本版のこの光学フィルタを散置する以前の **都形態は、光学フィルタを設置した前記した全ての諸形 低に考えることが可能である。従って、贝なる説明およ** び酢形態の列挙は省略する。

【0069】発明の実施の語形態

**欠に、本頃発明の具体的な実施の間形態する。** 

攻器の実施形態を示す斜ل図である。図9はその合分数 【0070】図8は木発明の第1の実施例である光合分 部の拡大平面図である。

20上に、屈折率の異なる2種類のフッ業化ポリイミド なくとも、第1のクラッド图21、コア領域22、そし 【0071】 所定の塔板、例えばシリコン (Si) 基板 **尚脂を用いて光導波路を形成する。この光導波路は、少** て第2のクラッド 個23を有して傾成される。ここで、

干砂型導波路10と第1の光導波路11、第2の光導波 m、光苺波路の開隔Dは5μmである。又、3つの光苺 ド干沙型導政路の幅Wは25μm、長さしは1200μ 24はフィルタ挿入川の構である。このとき、各層の煇 0.3%とした。合分故部は、少なくともマルチモード 路12、及び箔3の光導波路13を有する。マルチモー コア22の厚さは6. 5 μm、上部クラッド層23の厚 さの例を示せば、下部クラッド<u>圏21の</u>厚さは5μm、 さは15μmである。コアとクラッドとの屈折率比は 改路の幅は6.5μmとした。

体を道例のものを用いて十分である。そして、マルチモ ード干渉型導波路の中央部に、幅15μmの溝24に桶 入し、UV(Ultra—Violet)硬化材多5を 路12、13はマルチモード干渉型導設路との接続部3 2及び33において互いに平行あるいは略平行となって て被長1.3μmの光を反射し、且つ波長1.5μmの光 によって形成することが出来る。第2及び第3の光導波 を透過する誘汽作多燈版フィルタ15が用いられた。そ の厚さは15μmである。この誘電体多圏膜フィルタ自 川いて固定した。この溝24は、例えばダイシングソー 【0072】光学フィルタ15は入射角0度の光に対し

着された状態の断面図を示す。符号24はこの反射手段 を散置する為の溝である。 符号21、23は各々当該光 [0073] 図19に光学フィルタ15が基板20に装 **尊波路のクラッド層を示している。反射手段15の固定** には接着剤95が別いられた。

頃似の光導散路の構成が示される。そして、この構造は 図8と類似の和層構造を有する。しかし、こうした光導 数路の構成自体は通例のもので十分である。従って、以 [0074] 尚、図10、図14、及び図15に図8と 下の図面は、個別の積層を詳細な図示を省略する。

[0075] 第2及び第3の光導波路12、13が接続 割32、33で平行となることによって、マルチモード **記光学フィルタに対して垂直となる。その結果、フィル** タ15に位置すれが生じても、このフィルタ15の反射 干渉型導波路内に励起されたマルチモード光の光軸が前 光の光樹と導波路輪のずれは全く生じない。

【0076】ここで、前配光学フィルタは誘電体多層版 フィルタとは殴らず、例えばダイシング溝24等の光学 **券子であってもよい。図10では他の割材は図8と同様** フィルタ設置手段のみを備えた図10のような光導波路 なので、詳細説明は省略する。

【0077】本願発明の係る光導波路を有する光システ 5.形態も取ることが出来る。上記複数の光導波路がいず れもシングル・モードの光導故路、又、光合分波器がマ 4は、光合分波器への入力する複数の光導波路、及び光 合分波器より出力される複数の光導波路をそれぞれ有す ルチモード干渉型光導波路を有する光合分波器であるこ とは言うまでもない。

[0078] 図11はこうした一例を示す光合分波器部 **分の平面図である。この例はマルチモード干渉型専波路** 13が散けられている。一方、マルチモード干渉型導波 4が符号34の位置に設けられている外は、図9と同等 [0019] もちろん、さらに複数の光導散路がマルチ モード干渉型導波路と接続して、複数の光合分波器であ 1、14が設けられている。図11は第4の光導波路 であるので、同じ部位、部材は同じ符号を用いている。 10の入射側に複数、具体的には2つの光導波路12、 路10の出射側に複数、具体的には2つの光導波路1 ってもよいことは着うまでもない。

**造の光合分波器について、フィルタ部に関する製造トレ** 【0080】本願発明に係わる構造と図1に示す従来構 ランスを比較した。

対し本実施例では10μm程度となる。このように、従 [0081] 図12はフィルタの位置ずれによる反射光 **度とすると、トレランスは従来構造が1μmであるのに** 雕、縦軸は反射光の損失増加品の倒を示す。曲線35は 木実施例の場合また山級36は従来構造の場合の特性を 来構造に比較して、充分大きな製造トレランスを実現す **扱す。股計上許容される損失として例えば0.2dB程** の損失増加量を示す。横軸はフィルタの位置ずれの距 ることが出来る。

位ずれに対する損失増加は、反射光の光軸と導波路軸の 【0082】 更に、ここで、本例におけるフィルタの位 ずれによるのではなく、マルチモード干渉型導散路内で のマルチモード光の干渉による強度分布に起因すること を指摘しておかなければならない。

はマルチモード干渉型導波路の長さし、縦軸は損失を示 における損失量を表す。両者の強度のピークが2400 [0083] 図13は、マルチモード干渉型導被路の長 さしを変化させたときの強度 (損失) 変化を示す。 憐恤 において第2の光導波路12から入射させたシングルモ 一ド光の第1の光導波路11及び第4の光導波路14と している。ここで、山級37と山級38はそれぞれ図7 マルチモード干渉型導波路10との接合部31及び34 μm程度で周期的に現れることがわかる。

示したマルチモード干渉型導設路内でのマルチモード光 なる。その損失の周期によって、フィルタの位置ずれに 対する損失増加に対する、マルチモード光の干渉による チモード光の干渉による強度分布に起因する損失による ルタの位置ずれに対する損失増加に対して、図13に例 の干渉による強度分布に起因する損失が含まれることと く、フィルタの位置ずれに対する損失増加は、このマル 【0084】従って、前述の図12をもって示したフィ 地度分布に起因する損失の割合が高くなる。わけても、 本願発明の例では、反射光に基づく損失が基本的にな

[0085]次に、故長多瓜通信への、本願発明の光導 改略を有する光システムの適用例を例示する。

[0086] 図14は本発明の第2の実施例である光合 **分波モジュールの実施形像を示す斜視図である。第1の** 実施例として例示した光合分波器に対して、その3つの 1、42、43を形成した。このV消41、42、43 は、シリコン基板20に、通例の結晶面に対する異方性 **<b><b>食刻の技術を用いて容易に形成することが出来る。そし** C、この溝は光ファイバの位置改定に極めて実川的であ 光導波路の端面に光ファイバを設置するためのV消4

[0088]また、出入射を逆転すれば合波器としても 【0087】本実施例は、例えば、次のように用いるこ 1. 3 μ m の光を透過し改良 1. 5 μ m の光を反射する光 **学フィルタを用いた場合を依約する。光ファイバ46か** する。こうして、一つの改良多爪光から、1.3 μ m b この改員多正光は、光学フィルタ15で改長1. 3 μ m の光が透過され、一方1.5μmの光は反射される。従 5。他方、1.5μmの反射光は光ファイバ45に入射 しくは 1.5μmの各波艮を有する倡号光をそれぞれ光 6改長1.3μmと1.5μmの改長多低光を入引する。 って、波長1.3ヵm の光は光ファイバ44に入射す とが出来る。例えば、光学フィルタ15として、波艮 ファイバ44と45に分改することがと川来る。

【0089】尚、光ファイパ投稿はV隣に限らず、海波 路路板に接続用の台を設けて光ファイバと接げ剤により 接着する等他の手段によるものであってもよい。 **붳能することは言うまでもない。** 

【0090】図15は本発明の第3の実施例である光送 本例は、本筋の光導波路を有する光システムが、光の発 光菜子及び受光紫子を一つの基板に搭載して設けた例を 受信モジュールの実施形態を示す斜視図である。即ち、 示す。この例は光の送受信器の実際的な形態として川い 易く有用である。

**一ザーダイオード52を搭載した。前配電偏と発光、受** こおいて、発光、受光の各素子の各類2の追摘は省略さ 51及び発光器子であるレーザーダイオード52を設門 した。即ち、シリコン塔板20.Fにこれまでの例と同様 て、その所定部分のポリマを除去してSi站仮20を路 出させる。このポリマーの除去は通例のドライエッチン グを用いて十分である。このシリコン基板上の所定位置 に当該発光、受光素子の各々の第1の消極、52、及び 53を形成する。そして、第1の光導波路の端面にフォ トダイオード51を搭載し、第3の光導波路の端面にレ 光の各業子の相互の間は半田によって接続した。尚、図 **れている。その他の構成は前配の第1の実施例と間様で** [0091] 第1の実施例として例示した光合分波器の シリコン基板20に、受光紫子であるフォトダイオード に、光導波路の為のポリマーの多層膜を形成する。そし ある。結らて、同一部分、部材は同一符号をもって示さ [0092] 図16は、木発則の第4の実施例である光

(12)

は関記第3の実施形態を示す特別図である。本例は開記第3の実施例において、フォトダイオード51及び53をマルチモード将設務10に図して光導設路12個へ移動させ、災に光導設路11の曲がり方向を変更した後のを示す。米変更によりレーザダイオード52で発生した光のうち光導数路13と結合出来なかった調れ光の分が中心から、受信部が離れることにより過れ光の影響を小さくすることが出来る。

【0093】尚、フォトダイオード及びレーザーダイオードの設置の力治は本実施例の組み合わせは限定されない。勿論、砲光、受光の名素子のいずれか一方だけを、同能シリコン基板に搭載した形態も、勿論目的によって 川いることが出来ることは含うまでもない。 更に、必要に応じて、3個以上の発光、受光の名業子を搭載した形態も扱り得ることは自うまでもない。

[0094]次に、本脳の光導波路を有する光システムが、光凹幅器に用いられた例を示す。

[0095] 図17は本務別の第4の実施度やある光的 結路の実施形像を示す平面構成図である。2つの5: 34 板、80、81上に光合分波器5を1つずつ形成し た。そして、片方のシリコン基板80にはボンブ用レー ザーダイオード56を設置した。尚、前記光合分波器5 5は、倒えば前部実施倒1に示した構成を用いて十分で ある。また2つの基板間は、倒えば戻き11m程度のエル ピウムドーブファイベ(一般にファイベ四艦路とも称す る)57でつないた。

【0096】光ファイバ58から入射した光は、波長の 恐なるレーザーダイオード56からの光と合設し、エル ピウムドーブファイバ57で10幅される。そして、この 10幅された光は、呼び、災なる波長成分に分波され、所 型数段の光が光ファイベ59より出射する。こうして、 ファイバー58より入射した光が10幅され、10幅された 所望の波及の光を、ファイバ59より得ることが出来 [0097]近に、本顔の光導波路を有する光システムが、光受信モジュールに用いられた倒を示す。[0098]図18は本発明の第5の実施網である半尋

[0098] 図18は木発明の第5の実施例である光受 佰モジュールの実施形態を示す基本的な平面構成図であ る。本例は、木筋発明を光受信モジュールに適用した例 である。この光受信モジュールは、波及多瓜信号光を令 数長頃に分散し、これらをおのおのその波長に適した受 光楽子で受光するものである。

[0099] 本岡の基本商成は次の通りである。光フイバー65からの光信号を2つのフィルタ63、64によって所型の設長に光を遊択する。そして、この強収された設長の光は、そのフィルタの通過回に設けられた光受光光子62-1、62-2、62-3、62-4、62-5、62-6によって該知される。

【0100】図18を参酌すれば、これまでの諮詢と同様に、Si 基板上に光合分設器60とそれらを結ぶ光導

の本願発明に係わる光システムが縦に接続された形態で 92のみ個別の符号を付し、その他は符号61を付した 65に接続され、この光導政路65、例えば光ファイバ ―は当該光受信モジュールへの光入力を苺嵌する。 前記 光合分改器60は、例えば前配実施例1に示した構造を られている例である。マルチモード干渉型光導波路90 沙型光導波路90の一方の端面に配置された光導波路9 1、92によって本版発明に係わる光システムの基本形 **慮が構成される。従って、図17に示された例は、6つ** 政路 6 1 を複数形成する。そして、各合分波器の透過側 路面に複数のフォトダイオード62-1、62-2、6 2-3、62-4、62-5、62-6を配置した。光 導波路 6 1 の一方の端面、即ち入射光導波路は光導波路 flいて十分である。この例では、マルチモード干渉型光 とこの内部に設けた光学フィルタ63、マルチモード干 導波路 9 0 に一方の端面に直接受光楽子 6 2 - 1 が散け ある。尚、図17では、説別の都合上、光導波路91、 が基本的に同様の光導波路である。

【0101】尚、光学フィルタ63、おろいは64は複数の光システムに共通する物理的形態をもって構成されている。しかし、光学フィルタ63、64は位置によって反射・透過の設長特性が変化するものを用いる。この光学フィルタ63、64は、その光舎分数器60に対応する位置の反射・透過特性が当該光ンステムでの所望の改長を透過するように設計されている。反射・透過的にをが変化する光学フィルタの具体的な例はフィルタの入射、透過の而を構成する2つの面の開稿を変化させたものである。あるいは、所定の位置のフィルタ材料を別場のけある。あるいは、所定の位置のフィルタ材料を別場の材料を用いることも可能である。尚、本例では、透過の材料を川、高温

料、遊過の而を構成する2つの面の開稿を変化させたも のである。あるいは、所定の位置のフィルタ材料を別以 の材料を用いることも可能である。尚、本例では、透過 ・反射特性が場所によって変化する光学フィルタを2枚 用いるが、これら所望場所に対応する各特性を有する光 フィルタを複数個用いることも当然可能である。この場 合、光学フィルタの特性はその厚さを変化させることに よっても造成することが出来る。

【の102】本モジュールは、光ファイバから入射した 数区多低信号光を各合分数器で1数区すつ順に分数し、 各フォトダイオードで変光することができる。

[0103] 第6の実施例は、本願発明の光の送受信が 「他な光道信モジュールへの適用例である。 【0104】図19は本発明の第6の実施例である光過間モジュールの概略を示す平面配配図である。前、図は

主要部材の基本配配を示す。光送受信モジュール66には前記第3の実施例に示した構造を用いた。本光通信モジュールは、送信用1C67や受信用1C68、また組度を制御する為のベルチェ業キ69を組み合わせて用いられた。本モジュールにより、光ファイバ70より受信した光信号をデジタル電気信号に変強し、また反対に生成した光信号を可じ光ファイバより光信号として送信することができる。本実施例は送信用と受信用の1Cを別体としたが、一体としてもよいし逆に始端器やAPC

等を分けて設置してもよいことは言うまでもない。 【0105】本発明の実施例は特に、Si基板上にフッ 著化ポリイミドを用いて合分波器もしくは合分波器を含むモジュールを作製することについて述べたが、当然のことながら、基板はSiではなく石炭等他の材料であってもよいし、光導遊路はフッ業化ポリイミドではなく他のポリマーや石炭等の材料であってもよいことは言うまでもない。 【0106】本発明の実施例は特に、改長1.3 mmの光を透過し波長1.5 mmの光を反射する光学フィルタを用いた合分被器もしくは合分波器を含むモジュールを作興することについて述べたが、光学フィルタは波長特性の異なるものでもよく、その場合他の波長を有する波及多面光を合分波することも可能であることは言うまでもない。

[0107]以上、本願発明を詳細に説明したが、本発明はマルチモード干渉型導改路を反射構造に加いた光合分波器もしくはそれらを用いた光送受信モジュールに関するものであり、光合分波器の入針・反射導波路はマルチモード干渉型導波路との核税制において平行であることを特徴としている。

[0108]その結果、フィルタの位置すれによる損失 増加はマルチモード干砂型導設路における干砂の周期の みに起因し、フィルタ部の製造トレランスが大きくな る。従って歩留りが向上しコストを低減できる。また、 反射角の度のフィルタを使用できることから溺れ光が充 分に遮断され、光クロストークの間短が解決される。従 って愛光素子の受信感度等の知识表謝に余裕が生まれ。

[0109]

よの他の効果」本願発明によれば、安価に光導設路を有 する光システムに十分安定した光伝達特性を与えること が用サス 【0110】本断発明によれば、製造歩留の高い光導設路を有する光システムを提供することが出来る。

【0111】本願発明は、マルチモード干渉型光導波路 の相対する端面に設けた光導波路相互での光の調れ光を 切止することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は往来の技術による光合波器部分の概略平面図である。

【図2】図2は光学フィルタのずれた状態を説明する光合波器的分の蝦駱平面図である。

【図3】図3は従来保造における、光学フィルタの位置ずれと反射光の頂尖増加の関係を示す図である。 【図4】図41度は光梯成になる別な光システムを示す概

【図5】図5は入射角の異なる光に対する光学フィルタの透過特性を示す図である。

【図6】図6は従来構造の光合分波器における0を0度

に近づけたときの構造を示す平面図である。 【図7】図7は本観発明の光合分波器部分のマルチモード干渉を模式的に示す平面図である。

【図8】図8は本類発明の第1の実施例である光合分泌器部分を示す特段図である。 【図9】図9は本類発明の第1の実施例である光合分泌

器部分の平面拡大図である。 【図10】図10は光学フィルタを投削する前の光シス

テムの斜段図である。 【図11】図11は光学フィルタを設置する前の光シス テムの拡大平面倒である。 【図12】図12は本願発明の第1の実施例と従来構造の光合分散器開分について、フィルタの位置すれと反射 光削失能の関係を示す図である。

【図13】図13はマルチモード干渉型導波路の長さと 光頻度の関係を示す图である。

[図14] 図14は本価格明の第2の実施例である光合 分散モジュールを示す針似因である。[図15] 図15は本研発明の第3の実施例である光法

【図17】図17は本研発明の第4の実施例である光導 改数モジュールを示す概略平面図である。

【図18】図18は木発明の第5の実施例である光受信 モジュールを示す概略平面図である。

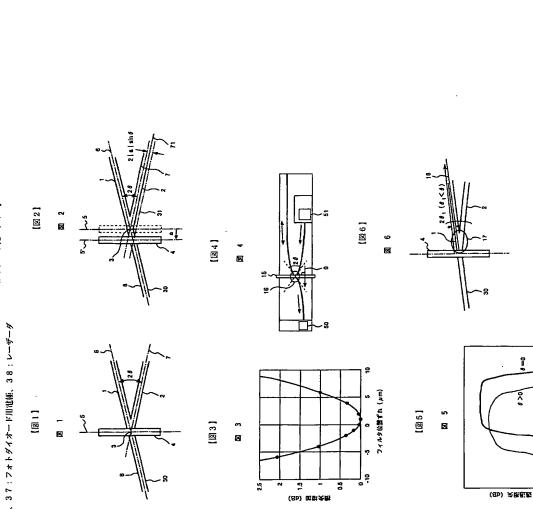
- / / - / / Z / / J Z

|日モンユールの合語材のML版を示す||型である。 ||図20||図20は光学フィルタの設置を説明するNE値 図である。

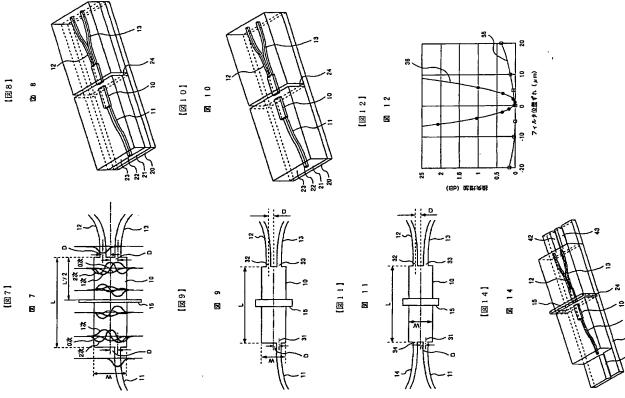
【符号の説明】

第3の光導波路、14:第4の光導波路、15:光学フ (例えば、Si 基板)、21:下部クラッド層、22; コア層、23:上即クラッド層、2.4:マルチモードド **夢型導政路と第1の光導波路の結合部、25:マルチモ** 一ド干渉型導波路と第2の光導波路の結合船、26:マ 7:マルチモード干渉型導波路と第4の光導波路の結合 部、28:本実施例におけるフィルタの位置ずれによる 反射光の机失的加量、29:従来構造の光合分波器にお けるフィルタの位置ずれによる反射光の損失増加量、3 交点、4:光学フィルタ、5:光学フィルタの管価的反 イルタ、16:従来構造の光合分波器、17:光導波路 1及び2の重なり削分、18:反射展り光、20: 鳰版 開光導波路)、3:光導波路1及び2それぞれの光軸の 射中心面、6:入射側光導波路の軸、7:反射側光導波 1:光導波路(入射側光導波路)、2:光導波路(反射 11:第1の光導波路、12:第2の光導波路、13: 軸、9:調れ光、10:マルチモード干渉型光導設路、 路の楠、8:フィルタ位置がずれたときの反射光の光 ルチモード干渉型導談路と第3の光導波路の結合部。

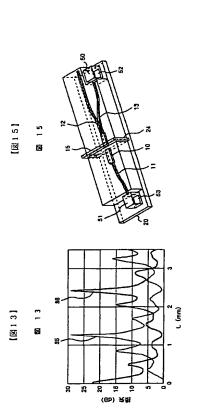
Rを入射し イオード川電価、39:第1の実施的である光合分数の光導数路 際、40:光合分波器即を結ぶ光導波路、41:複数の合能34に フォトダイオード、42:光学フィルタ、43:光学フィック、43:光学フィック、44:光ファイバ、45:光波安信モジューの出版の ル、46:送信川1C、47:安信用1C、48:ベルティオー

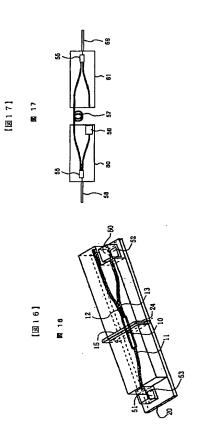


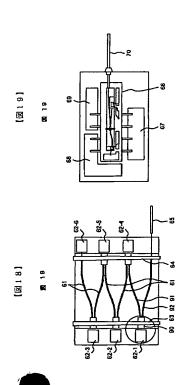
(mu) 成祭



[図20]







特別2002-6155

[公報稙別] 特許法第17条の2の規定による補正の掲載 2.17) 【発行日】 平成17年2月17日 (2005. 【部門区分】第6部門第2区分

【出販番号】特願2000-187539 (P2000-187539) 【公開番号】特開2002-6155 (P2002-6155A) [公開日] 平成14年1月9日 (2002. 1. 9) [国際特許分類第7版]

G02B 6/12

6/293 C02B

[F1]

6/12 G02B 6/28 G02B

手続補正数]

8 . ო 提出目] 平成16年3月8日 (2004.

手続補正 1

植正対象皆類名】明細醫

[補正対象項目名] 発明の名称

[補正方法] 変更

[補正の内容]

発明の名称】光合分波器、光導液路モジュールおよび光通信装配

[手続補正2]

【補正対象母類名】明細書

【補正対象項目名】特許開状の範囲

【補正方法】変更

「補正の内容」

(特許請求の範囲)

[ 精水項 1 ]

して、前配第2および第3の光導波路の内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の 光入力に対応する光の伝檄を可能となす、マルチモードでの光の伝檄が可能な光導波路で 及び第3の各光導波路が前配第4の光導波路の前配第1の端面に対向する第2の端面の所 定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該 第4の光導被路内の光の進行方向と交差する端面であり、前配第4の光導被路は、前配第 2 および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光入力が前記第4の光 前記第1の波長の光入力に対応する光の伝檄を可能となし、且つ前記第2および第3の光 第1、第2、及び第3の光導披路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導披路 とも有し、前紀第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2 **導被路内の光の伝搬によって、前配光学フィルタを透過した上で前配第1の光導液路内に** 導液路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光入力が前配光学フィルタでの反射を介 と、前肥筑4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なく あることを特徴とする光合分波器。

2及び第3の各光導校路が前配第4の光導被路の前記第1の端面に対向する第2の端面の 所定の個別位置に接続され、前記第4の光導被路は、前記第1及び第2の端面から所定距 第1、第2、及び第3の光導液路と、マルチモードでの光の伝機が可能な第4の光導旋路 くとも有し、前配第1の光導波路が前配第4の光導液路の第1の端面に接続され、前配第 **離離れた2つの平面における光強度分布の規格化された各形状を重ねた場合、前記各形状** が相互に前配第4の光導波路の光の進行方向に沿う中心軸に対して線対称ないしは略線対 と、前記第4の光導被路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタと、を少な

**称となっている光導液路であることを特徴とする光合分波器** 

マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路の第1の端面に接 ルタが散置され、前記光学フィルタの入射面は、前記第1、第2、および第3の各光導波 路の前配第4の光導波路への接続位置における当該第1、第2、および第3の各光導液路 焼され、前配第4の光導液路の前配第1の端面に対向する第2の端面に第2、及び第3の 光導波路がその接続位置において所定間隔で接続され、前記第4の光導波路内に光学フ での光の波面と平行ないしは略平行であることを特徴とする光合分波器。 第1の光導波路が、

[ 請求項4]

前配第4の光導波路の光の進行方向の長さが1mmより5mmの範囲、幅が25μmより あることを特徴とする請求項1より請求項3のいずれかに記載の光合分波器。 [請水項5]

前配第1、第2、及び第3の光導波路がシングルモードでの光の伝搬が可能な光導波路で

7 0 μ mの範囲にあることを特徴とする請求項1より請求項4のいずれかに配載の光合分

[ 請求項 6 ]

して、前記第2および第3の光導液路の内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の 光入力に対応する光の伝檄を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光導波路で あり、且つ前配第2の波長の光入力に対応する光の伝徴を可能となす第2および第3の光 とも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2 及び第3の各光導波路が前配第4の光導波路の前配第1の端面に対向する第2の端面の所 定の個別位置に接続され、前記第4の光導被路の第1の端面および第2の端面は各々当該 第4の光導波路内の光の進行方向と交差する端面であり、前配第4の光導波路は、前記第 2 および第 3 の光導波路のいずれかの光導液路からの第 1 の波長の光入力が前配第 4 の光 導被路内の光の伝搬によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に 前記第1の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となし、且つ前記第2および第3の光 導破路のいずれかの光導破路からの第2の波長の光入力が前配光学フィルタでの反射を介 **導波路のいずれかに接続される光受光器が、前記光入力を行う光素子よりの漏れ光の分布** 第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路 と、前記第4の光導液路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なく の中心位置からずれて設置されたことを特徴とする光合分波器。

【請求項7】

第4の光導筱路内の光の進行方向と交差する端面であり、前記第4の光導波路は、前記第 2 および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光入力が前記第4の光 草夜路内の光の伝搬によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に 前記第1の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となし、且つ前記第2および第3の光 導液路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光入力が前配光学フィルタでの反射を介 して、前記第2および第3の光導液路の内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の 光入力に対応する光の伝檄を可能となす、マルチモードでの光の伝檄が可能な光導改路で あり、且つ前記第1より第3の光導波路の少なくとも一つに接続する発光部あるいは受光 部の設置した、あるいは前記第1より第3の光導波路の少なくとも一つに代えて発光部あ るいは受光部を設置した、あるいは光スイッチもしくは光学フィルタもしくは光増幅器も 第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝燈が可能な第4の光導波路 とも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2 及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の前記第1の端面に対向する第2の端面の所 定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該 と、前配第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なく しくは光変調器等の光素子を組み合わせたことを特徴とする光導波路モジュール。

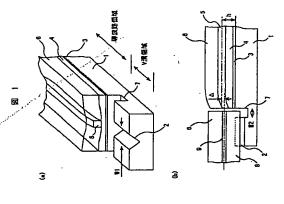
**曽水項?に記載の光導诙路モジュールに、集積回路もしくはブリアンブ等の塩気倡号処理** 

**最終買に祝く** 東京都小平市上水本町5丁目22番1号 株 (金15月) 式会社日立超エル・エス・アイ・システム (43)公開日 平成14年5月17日(2002.5.17) 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 ティコード(参考) 2H0'37 2.H 0 4 7 東京都国分寺市東較ヶ極一丁目280番地 **特關2002—139641** (P2002-139641A) (11)特許出願公開番号 株式会社日立製作所中央研究所内 (外2名) 審査制求 未請求 開泉項の数10 OL 弁理士 小川 闘男 株式会社日立製作所 長良 高光 井戸 立身 (71) 出國人 000005108 (74)代理人 100068504 6/30 開特許公報(4) (72) 発明者 (72) 発明者 G02B FI 侍顧2000-334196(P2000-334196) 平成12年11月1日(2000.11,1) -(2) 裁別記号 (19)日本国格群庁 (JP) 6/13 6/30 (21)出版番号 (51) Int.Cl.? G02B (22) 出版日

(54) [発明の名称] 光導波路部材、その製造方法及び光モジュール

(57) 【襲約】 【磯題】 本顧務明は、安価で、110ファイバと低損失 な光結舎が得られるファイバアライメントV溝付ボリマ 導被路基板を提供するものだある。

(解決年段) 本御程明の代表的な形態は、シリコン基板上の一部に光導旋路が形成され、様導旋路のコアまたはクラッドがボリマから構成され、様導旋路に光フィイを位置決め固度するためのソ形状の標を様シリコン基板に有し、様火消と基導波路の境界に様火消と通位な向に伸びる短形状の清を様シリコン基板に有し、様火消と延迟が内側の部分よりで減くなっており、様火消にファイバを実装した時に、様ファイバのコアの中心の高さが様境界から十分に離れた位置の様導波路の川で高効率な光描台が得られるがファイバと導送路の川で高効率な光描台が得られるがファイバと導送路の川で高効率な光描台が得られるを特徴とする光導送路部が付である。



# This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

# **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

BLACK BORDERS

IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

FADED TEXT OR DRAWING

BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

SKEWED/SLANTED IMAGES

COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

GRAY SCALE DOCUMENTS

LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

# IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

OTHER:

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.